



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИМ. И.Д. ПАПАНИНА РАН



РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



**ДЕПАРТАМЕНТ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ**

АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВОДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ЭКОСИСТЕМЫ

МАТЕРИАЛЫ

**V ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ВОДНОЙ ЭКОТОКСИКОЛОГИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ Б.А. ФЛЕРОВА**

И

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

МАТЕРИАЛЫ

ШКОЛЫ-СЕМИНАРА ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, АСПИРАНТОВ И СТУДЕНТОВ

Борок, 28 октября - 1 ноября 2014 г.

ТОМ 1

Индекс видового разнообразия Шеннона по численности в водоемах системы Пасвикварьировал в диапазоне 2.1–2.8 бит/экз. Наиболее высокий показатель индекса Шеннона был отмечен на станции 2. Значение индекса средней индивидуальной массы зоопланктона в сообществе варьировал в пределах 0.002–0.02 мг. Самый низкий показатель данного индекса был получен на станции 1 реки Паз и составлял 0.002 мг. Наиболее высокий показатель индекса $w=B/N$ был получен на станции 2 и составлял 0.02 мг. Средний показатель индекса средней индивидуальной массы зоопланктона в сообществе исследуемых объектов озерно-речной системы Пасвик составлял 0.008 мг. Согласно индексу сапробности акватории исследуемых объектов характеризуется как α -мезосапробная, класс качества воды – III, по степени загрязненности – «умеренно-загрязненная».

Структурно-функциональные показатели зоопланктонного сообщества исследуемых водоемов приведены в таблице 1.

Полученные данные дополняют сведения об ответной реакции гидробионтов (аномально высокие показатели численности и биомассы зоопланктона, соотношение таксономических групп говорит об абсолютном доминировании коловраток, сильно отличающаяся структура популяции зоопланктона оз. Куэтсьярви от популяций озерно-речной системы Пасвик) на воздействие сточных вод горнопромышленных предприятий, а также о возможности использования зоопланктонного сообщества как надежного индикатора при оценке состояния водных экосистем.

Раскрытие закономерностей и понимание механизмов функционирования зоопланктонного сообщества в оз. Куэтсьярви требует продолжения систематических гидробиологических и гидрохимических исследований.

Список литературы

1. Андроникова И.Н. Классификация озер по уровню биологической продуктивности // Теоретические вопросы классификации озер. СПб, 1993. С. 51–72.
2. Яковлев В.А. Реакция зоопланктона и зообентоса на изменение качества воды субарктического водоема (на примере озера Имандра) // Водные ресурсы, 1998. Т. 25, № 6. С. 715.
3. Израэль Ю.А., Гасилина Н.К., Абакумов В.А. Гидробиологическая служба наблюдений и контроля поверхностных вод в СССР // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Тр. II Советско-Английского семинара. Л., 1981. С. 7–15.
4. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2011 году. Мурманск: ООО «Ростсервис», 2012, 152 с.

УДК 254.124(262.5)

ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АРТЕМИИ КАК БИОИНДИКАТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КРЫМСКИХ СОЛЕННЫХ ОЗЕР

В. Г. Шайда, И.И. Руднева

*Институт биологии южных морей
29901, 1 Севастополь, пр. Нахимова, 2, Россия, svg@mail.ru*

Изучены показатели выклева и хемилюминесценции цист артемии из разных озер Крыма. Показано, что данные характеристики зависят от экологического состояния местообитаний. Предлагается использовать исследуемые параметры для оценки статуса соленых озер.

Ключевые слова: артемия, цисты, хемилюминесценция

В Крыму расположено множество соленых озер, сформировавшихся около 6,5 – 7,0 тыс. лет назад. Глубина их в среднем составляет около 1 м, соленость колеблется в широких пределах от 60 до 250 г/л. [1]. Соляные озера находят широкое хозяйственное применение. Рапа используется для производства высококачественной поваренной соли, бромидов, солей магния, калия, мирабилита, совелита и др., лечебные грязи илов применяются в медицине. Помимо этого, в последнее время биоресурсы соленых озер стали все чаще использовать в аквакультуре и для получения биологически активных веществ при изготовлении фармпрепаратов.

За последние 70 лет в результате неконтролируемого антропогенного воздействия эти уникальные водные экосистемы либо исчезли, либо подверглись распреснению и превратились в водоемы совершенно иного типа, либо продолжают деградировать. Если до середины прошлого века общая площадь крымских приморских соляных озер составляла 390 км², то к концу столетия – 170 км², т.е. исчезло около 45% гипергалинных водоемов Крыма [2]. При этом утрачена не только значительная часть сырья для соледобывающей и химической промышленности и рекреационные возможности этих объектов, но и биоресурсы, основным из которых является артемия *Artemia sp.* [3].

Уникальная устойчивость к действию экстремальных абиотических факторов (температуре, солености, содержанию кислорода в воде), высокая жизнеспособность цист, значительное содержание ценных питательных веществ (более 60% белка, богатого незаменимыми аминокислотами, липидами, имеющими в своем составе все незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты, ростовые гормоны, каротиноиды, витамины, минеральные компоненты, другие биологические активные вещества), неселективное питание и эффективная фильтрация, быстрое размножение, в том числе в искусственных условиях, сделали рачка эффективным объектом в современной аквакультуре. Его используют в качестве стартового корма для 70 видов различных личинок рыб, крабов и креветок, составляющих более 85% всех культивируемых в настоящее время гидробионтов [4]. Дальнейшее исследование свойств артемии открыло большие перспективы для применения ее в системах водоочистки, оценки качества воды, фармакологии и экотоксикологии.

Совершенно очевидно, что поиск новых природных источников артемии представляет большой интерес. В то же время качество цист рачка, характеризующих его продукционные свойства, во многом зависит от экологического состояния мест обитания. На этом основании целью настоящей работы явилось исследование параметров выклева цист артемии и их антиоксидантной активности из разных соленых озер Крыма, различающихся своим экологическим состоянием.

Цисты артемии *Artemia sp.* были собраны в крымских соленых озерах, относящихся к Евпаторийской группе: в прудах-испарителях Сасык-Сивашского солепрома, в западном бассейне Сакского озера, а также в озерах Конрадское, Ойбурское, Аирчи, Аджидж-Байчи, и в двух водоемах, принадлежащих к Тарханкутской группе – озерах Ярлыгач и Джарылгач в декабре 2012 г.

Цисты были подвергнуты стандартной процедуре отмывания, сепарации и высушивания для дальнейших исследований. Определение процента выклева цист проводили при 25 °C в 3-5 повторностях, и расчет вели в соответствии со стандартной методикой [5]. Показатели хемилюминесценции экстрактов цист анализировали на люминометре 1250 (LKB, Швеция) в соответствии с методом, описанным Владимировым [6].

Результаты были обработаны статистически с помощью ANOVA, уровень значимости различий составил $p < 0.05$. Корреляции между параметрами выклева и уровнем хемилюминесценции цист были рассчитаны с помощью компьютерной программы CURVEFIT.

Результаты исследований показали наличие существенных различий показателей выклева науплиев из цист из разных крымских озер (Рис. 1).

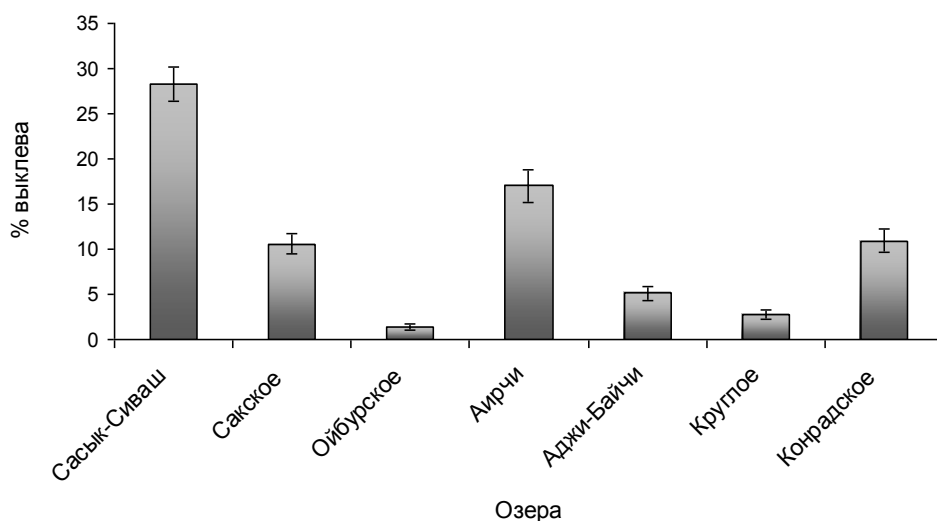


Рис. 1. Показатели выклева науплиев из цист артемии из разных соленых озер Крыма (М ± m).

Выклев науплиев из цист артемии, собранных в исследуемых водоемах, варьировал в пределах от $1.4 \pm 0.3\%$ в озере Ойбурском до $28.2 \pm 1.9\%$ в озере Сасык-Сиваш. Однако самый низкий процент выклева личинок был отмечен для яиц рачка из озер Тарханкутской группы Ярлыгач и Джарылгач, где в процессе инкубации цист были получены единичные науплии. Не обнаружено связи между соленостью рапы в озерах и выклевом личинок из яиц артемии.

Результаты показали различную интенсивность ХЛ в экстрактах цист из разных крымских озер (Рис. 2). Низкий уровень хемилюминесценции отмечен в экстрактах цист из озер Конрадское, Ойбурское, Сасык-Сиваш и Сакское по сравнению с показателями экстрактов из цист, собранных в озерах Джарылгач и Ярлыгач. При этом не обнаружено существенной корреляции между величинами ХЛ и процентом выклева науплиев из цист.

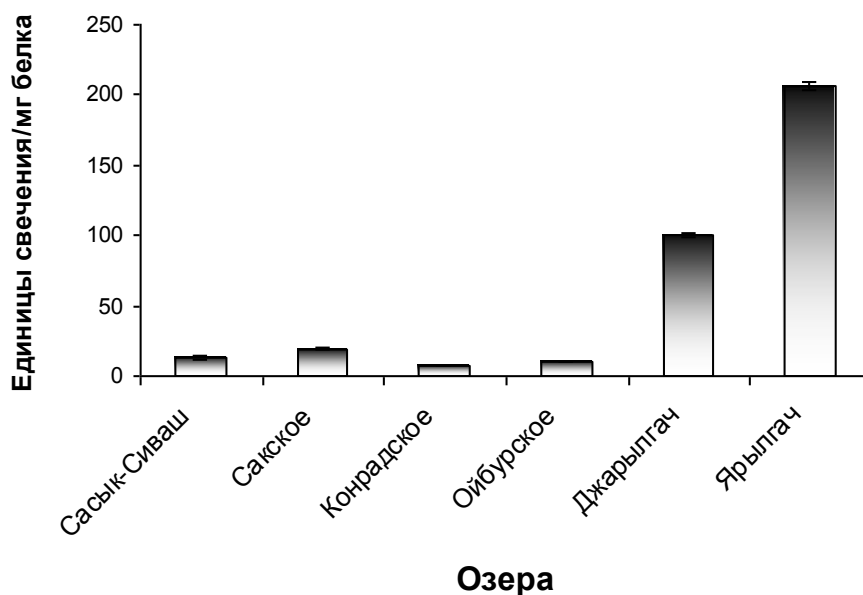


Рис. 2. Показатели ХЛ экстрактов цист артемии из разных озер Крыма ($M \pm m$)

Таким образом, результаты исследований показали, что качество цист артемии, собранных в разных озерах Крыма, во многом зависит от их экологического состояния. Озера Сасык-Сиваш и Сакское используются для добычи соли и рекреационных целей, состояние рапы и ее качество регулируются, и проводится ее мониторинг. Помимо этого, введен охранный режим с целью сохранения ресурсов этих водоемов. Процент выклева науплиев из цист этих соленых озер ($10.6 \pm 1.2\%$ в Сакском и $28.2 \pm 1.9\%$ в прудах-испарителях Сасык-Сивашского солепромысла), выше ($p < 0.05$) по сравнению с показателями цист из других исследуемых объектов, кроме озера Аирчи и Конрадского.

Озера Аирчи и Аджи-Байчи почти высохли, сохранились отдельные лужи по берегам, в которых удалось собрать небольшое количество цист артемии, выклев которых оказался низким в озере Аджи-Байчи (5.1 ± 0.8) и 17.0 ± 1.8 в озере Аирчи. Озеро Круглое находится в зоне сельскохозяйственной деятельности, выклев науплиев небольшой - $2.8 \pm 0.5\%$. Озеро Ойбурское расположено в центре населенного пункта, подвержено антропогенному воздействию, сильно эвтрофировано. Процент выклева цист артемии очень низкий - $1.4 \pm 0.3\%$. Озеро Конрадское находится в удовлетворительном экологическом состоянии, хотя загрязнение берегов также имело место. Выклев цист составил $10.9 \pm 1.3\%$. Берега озера Круглого также загрязнены бытовым мусором, выклев цист артемии из этого водоема - $2.8 \pm 0.5\%$.

Несмотря на то, что озера Тарханкутской группы Ярлгач и Джарылгач в меньшей степени подвержены антропогенному воздействию и находятся в относительно удовлетворительном экологическом состоянии, выклев цист артемии, собранных на их берегах, был самый низкий, и в стандартных условиях инкубации появились только единичные личинки.

Результаты проведенного анализа позволяют заключить, что продукционные характеристики цист артемии во многом определяются экологическим состоянием местообитаний, однако есть и другие причины, влияющие на качество яиц. Вероятно, к ним следует отнести особенности развития и, в частности диапаузу, которая может быть специфична для каждой исследуемой расы рачка. Нельзя исключать и качество питания, и накопления полезных веществ в цистах, которые обеспечивают оптимальный выклев и развитие личинки. В этом отношении показательны результаты анализа хемилюминесценции экстрактов цист артемии. Было показано, что яйца, имеющие относительно высокий процент выклева, имеют низкие показатели ХЛ, тогда как экстракты цист, собранные в озерах Джарылгач и Ярлгач и характеризующиеся самыми низкими продукционными показателями, демонстрируют самое интенсивное свечение. Можно предположить, что в этом случае в цистах отсутствует сбалансированный запас антиоксидантов, поступающих с пищей из микроводорослей и бактериопланктона, что вызывает повышенное свечение экстрактов при индуцированной хемилюминесценции.

Полученные данные свидетельствуют о том, что продукционные характеристики артемии могут служить прямыми и косвенными биоиндикаторами экологического состояния соленых озер, где обитают ракообразные, и тем самым дополнять мониторинговые программы оценки этих водоемов.

Список литературы

1. Заволодько Н.Н., Тимченко З.В., Новик В.А., Хромова Р.Н. Водное хозяйство Крыма. История развития, современное состояние. Симферополь. Из-во «Доля». 2003. 80 с.
2. Гулов О.А. Экоцид крымских соляных озер. Теория и практика восстановления внутренних водоемов. Сборник трудов международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 15-18 окт. 2007. С. 91-101.
3. Rudneva I.I., Shaida V.G., Gulov O.A., Kovrigina P., Omelchenko S.O., Symchuk G.V. The current situation and perspectives on sustainable resource management of the Crimean salt lakes // In: 1st Plenary Meeting and Field Trip of Project IGCP-521 Black Sea-Mediterranean Corridor During the Last 30 KY: Sea Level Changes and Human Adaptation (2005-2009). October 8-15, 2005. Istanbul, Turkey. P. 158-160.
4. Sorgeloos P. The use of *Artemia* in aquaculture. The Brine Shrimp *Artemia*. Universa Press, Wetteren. 1989. V. 3. P. 25-46.
5. Van Stappen. Use of cysts. FAO Fisheries Technical Paper N 36.1996. P. 102-123.
6. Владимиров Ю.А. Свечение, сопровождающее биохимические реакции. Соросовский Образовательный Журнал. 1999. № 6. С. 25-32.